ГЛАСНИК СРПСКОГ ГЕОГРАФСКОГ ДРУШТВА
BULLETIN OF THE SERBIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY
ГОДИНА 2010. СВЕСКА XC - Бр. 1
YEAR 2010 TOME XC - N° 1

Оригиналан научни рад UDC 911.2:551.524(497.11)(1)

ПРОМЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА У СВЕТУ И СРБИЈИ И СЕВЕРНО АТЛАНТСКА ОСЦИЛАЦИЈА (НАО)

ЈЕЛЕНА ЛУКОВИЋ[1]*, ПРЕДРАГ МАНОЈЛОВИЋ[1], САЊА МУСТАФИЋ[1]

[1]*Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд, Србија*

Сажетак: У раду је истраживана веза између температуре ваздуха и Северно атлантске осцилације (NAO) у свету , у периоду од 1979. до 2006. године. Испитивана је веза између сателитских података температуре ваздуха UAHMSU и NAO индекса на простору Србије (17.5-22.5°E и 42.5-47.5°N), у Европи (10-45°E и 35-70°N) и свету по појасевима од по 10° географске ширине. Уочен је статистички несигнификантан коефицијент корелације за простор Србије. Анализа елементарне периодичности је показала да у посматраном периоду просечна дужина основне периоде за MSU од приближно 2.8±0.5 година, одговара периодичности варијансе NAO, коју је дао Landschieidt (2001). Ипак, у истицању могућих узрока савремених колебања климе требало би истовремено анализирати више параметара циркулације атмосфере.

Кључне речи: температура ваздуха, NAO, Србија

Увод

После Ел Нињо Јужне Осцилације (ENSO), међу доминантним модификаторима глобалне климе свакако је и Северно-атлантска осцилација (North Atlantic Oscillation-NAO).

Појам Северно атлантске осцилације је први увео Sir Gilbert Walker 1920. године (Walker, 1924). Традиционално је дефининисан као разлика у притиску у нивоу мора, између суптропских области високог притиска изнад Азорских острва и субполарних области ниског притиска изнад Исланда и углавном има утицаја на зимске временске услове у Европи и деловима Северне Америке. Ова разлика у притиску је нормално климатско стање, које бива интензивније током зимских месеци. У зависности од интензитета разлике у притиску, NAO може бити позитиван или негативан (NAO индекс). Током позитивних фаза NAO индекса, зиме у северној Европи бивају топлије и влажније, док Јужна Европа прима нешто мању количину падавина од уобичајене. Са друге стране, негативна фаза NAO индекса је у вези са хладнијим зимама дуж северне Европе и већом количином падавина у Јужној Европи[2]. Најчешће се користе два типа NAO индекса: онај који је дао Rogers (1984*)*, а представља разлику у притиску између Исланда (Akureyri) и Азорских острва (Ponta Delgada) и други, који је увео Hurrell (1995), а односи се на разлику у притиску између Исланда (Stykkisholmur) и Португала (Lisbon). Последњих година Portis et al. *(2001)* су увели тзв. "мобилни" NAO индекс (NAO m), који се мења у простору у зависности од доба године. Он показује веће вредности корелације са интензитетом западних

* e-mail: jelenalu@jahoo.com
Рад представља резултате истраживања у оквиру пројеката 146005 које финансира Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије.
[2]http://www.oceansatlas.org/servlet/CDSServlet?status=ND0xMjczNSY2PWVuJjMzPSomMzc9a29z

ветрова изнад умерених ширина северног Атлантика, него традиционални NAO индекси.

Још увек не постоји јединствено научно мишљење о механизму настанка NAO. Оно што је извесно, то је да се не ради само о атмосферској појави. Пре би се могло рећи да је резултат интеракције океан-атмосфера. Могућа објашњења настанка крећу се од природних узрока до антропогених утицаја (пораст концентрације CO_2).

Утицаји Северно атлантске осцилације уочавају се на различитим временским нивоима, како недељним и месечним, тако и декадним. Недељне и месечне промене NAO у појединим случајевима могу бити изазване поларном стартосферском циркулацојом (Baldwin, Dunkerton, 2001). Годишње и декадне промене NAO могу бити одређене аномалијама површинске температуре океана и могу имати значајан утицај на температуру ваздуха и падавине у Европи (Hurrell, 1995). Утврђено је и да NAO, током своје негативне фазе, утиче на повећање интензитета снежних падавина у североисточним деловима Сједињених Америчких држава (Hartley, Keables 1998).

Hurrell и Van Loon (1997) су такође утврдили да NAO у својим екстремним фазама, након 1980. године, утиче на приземно загревање изнад Европе током зимских месеци, као и снижавање температуре изнад северо-западног Атлантика. Утицај на падавине огледа се у сувим зимским условима изнад јужне Европе и Медитерана, и влажнијим него обично изнад северне Европе и Скандинавије Аутори су уочили да NAO може да утиче и на путање олуја, померајући их према северу и истакли да је сигнал ове осцилације неопходно истраживати у вишим слојевима тропосфере како би се препознао регионални образац промена изазваних утицајем NAO.

Ducic et al. (2007) су испитивали могућу везу ENSO и NAO са падавинама у Србији, за период од 1951. до 2000. године. Подаци за падавине прикупљени су са 20 метеоролошких станица у Србији, релативно хомогено распоређених. Истраживање тренда декадних вредности падавина показало је статистичку значајност на само две метеоролошке станице у Србији (10 %). Применом кластер анализе све станице су сврстане у три кластера, а затим је за сваки од њих рачунат коефицијент корелације са ENSO-м и NAO-м. За поједине станице добијена је статистички значајна вредност корелације, као и за Србију у целини. Висока вредност R могла би се објаснити могућим индиректним маханизмом утицаја ENSO на NAO индекс (Harrison and Larkin, 1998).

На основу резултата које су дали Pohlmann и Latif (2005) претпостављено је да је утицај Атлантика на падавине у Србији израженији током лета, док су падавине у зимским месецима под утицајем и Атлантика и Индо-Пацифика. С обзиром на то, утицаји NAO се могу приметити на станицама са континенталним плувиометријским режимом, док се утицај ENSO може приметити на станицама са Медитеранским, односно прелазним Медитеранским режимом, што је делом и показано током истраживања (Ducic et al. 2007).

Полазећи од наведених радова, покушали смо да испитамо могућу везу између Северно-атлантске осцилације и промена температуре ваздуха у свету и код нас.

База података и методологија истраживања

Температура ваздуха анализирана је коришћењем сателитских осматрања-UAHMSU[3] у периоду од 1979. до 2006., за простор између 17.5-22.5°E и 42.5-47.5°N у којем се налази Србија, за Европу између -10-45°E и 35-70°N, као и за свет по

[3] UAHMSU-University of Alabama in Huntsville Microwave Sounding Units

појасевима од по 10° географске ширине. Сателитски подаци NASA су обрађени на Универзитету Алабама у Хантсвилу, и доступни су на интернету[4]. Они се, за разлику од приземних на GHCN[5], односе на слој тропосфере у првих 8 km висине.

Просторно покривају готово целу планету и доступни су као "гридови" (сегменти) од по 2.5° географске ширине и географске дужине. Временски су ограничени почетком сателитских осматрања 1979. године (Christy et al., 2000).

У раду су коришћене просечне годишње вредности одступања температуре ваздуха у односу на референтни период од 1979. до 1998. године.

За анализу Северно атлантске осцилације у раду смо користили NAO индекс[6], дефинисан као нормална разлика у притиску између Исланда и Азорских острва (табела 1).

Методолошки посматрано, у истраживању је, поред општих научних метода, коришћен уобичајен математичко-статистички апарат (коефицијент корелације, анализа линеарног тренда и др.).

Табела 1– MSU за Србију (17.5-22.5°E и 42.5-47.5°N) и NAO индекс

Година	MSU	NAO	Година	MSU	NAO
1979	-0.39	0.19	**1990**	0.36	1.23
1980	0.05	-0.37	**1991**	0.30	0.34
1981	0.53	-0.09	**1992**	0.87	1.11
1982	-1.15	0.67	**1993**	-0.94	0.12
1983	-0.56	0.34	**1994**	0.01	0.51
1984	-0.89	0.26	**1995**	0.10	-0.61
1985	-0.69	-0.47	**1996**	-0.19	-1.01
1986	0.41	0.56	**1997**	0.16	-0.18
1987	0.96	-0.51	**1998**	0.32	0.26
1988	0.77	-0.32	**1999**	0.56	0.05
1989	-0.04	0.57	**2000**	0.40	0.04

Резултати истраживања и дискусија

Најпре је извршена анализа коефицијента корелације између промена температуре ваздуха и NAO индекса за планету, по појасевима од по 10° географске ширине (табела 2).

Резултати анализе показали су највише, статистички значајне вредности, за северну хемисферу, што је и очекивано с обзиром на природу анализиране појаве. Највише корелације показале су субполарне (99 %) и поларне области (95 %), као и суптропске ширине северне хемисфере (95 %)[7].

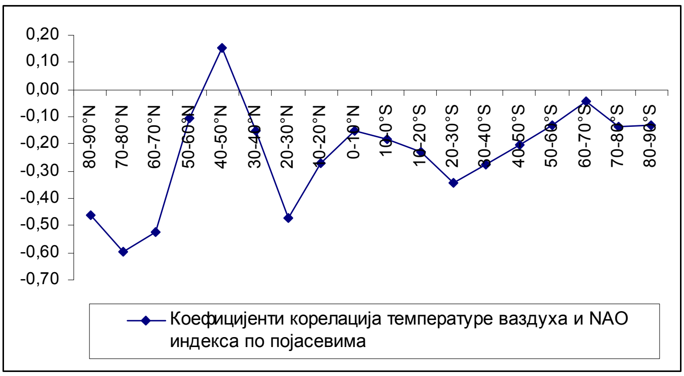
Анализирајући ток вредности корелација по појасевима (графикон 1), уочава се да оне, почев од северних поларних ширина, сигнификантно опадају изнад субполарних области, а затим нагло расту изнад умерених ширина (40-50°N), дајући једину позитивну корелацију у односу на све остале вредности, које су негативног знака. Након тога, корелације флуктуирају према поларним областима јужне хемисфере, са знатно мањим амплитудама у односу на претходну. Положај Србије је

[4] http://www.co2science.org/scripts/CO2ScienceB2C/data/temperatures/msu.jsp
[5] GHCN-Global Historical Climate Network-Глобална мрежа климатолошких станица
[6] http://www.cdc.noaa.govn/Pressure/Timeseries/nao.long.data.
[7] Зелене површине представљају ниво вероватноће прихватања хипотезе од 95 %, а розе 99 %.

управо у оном сегменту који је дао једину позитивну, статистички несигнификантну, корелацију између промена сателитских температура ваздуха и NAO индекса.

Табела 2– Резултати коефицијената корелације између температуре ваздуха и NAO индекса по појасевима

Географска ширина	NAO	Географска ширина	NAO
80-90°N	-0.464	**10-0°S**	-0.181
70-80°N	-0.594	**10-20°S**	-0.228
60-70°N	-0.522	**20-30°S**	-0.342
50-60°N	-0.107	**30-40°S**	-0.278
40-50°N	0.153	**40-50°S**	-0.205
30-40°N	-0.151	**50-60°S**	-0.133
20-30°N	-0.471	**60-70°S**	-0.045
10-20°N	-0.270	**70-80°S**	-0.136
0-10°N	-0.153	**80-90°S**	-0.129



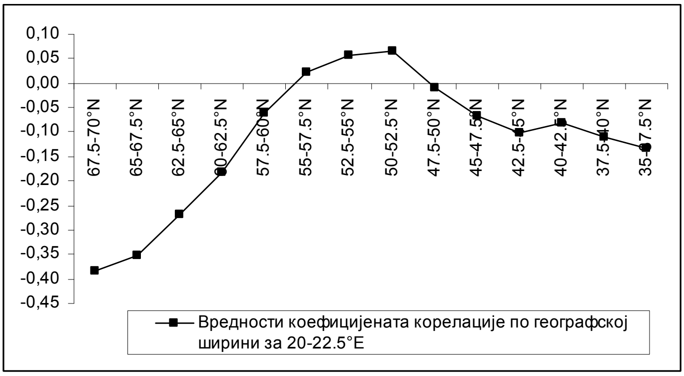
Графикон 1– Коефицијенти корелације температуре ваздуха и NAO индекса по појасевима од по 10° географске ширине

Како бисмо детаљније истражили евентуалну везу између проучаваних параметара, узели смо у обзир гридове крупније размере, од по 2.5° геграфске ширине и дужине за простор Европе (-10-45°E, 35-70°N). За сваки сегмент рачунат је коефицијент корелације између промена температуре ваздуха и NAO индекса (табела 3).

Генерално посматрајући размештај вредности коефицијената корелације у Европи, уочава се да да оне, почев од севера према југу посматраног простора, расту од негативних сигнификантних до позитивних, али несигнификантних корелација изнад умерених ширина, у којима се поново мења знак везе, те су даље према суптропским областима, везе корелације негативне и опадају.

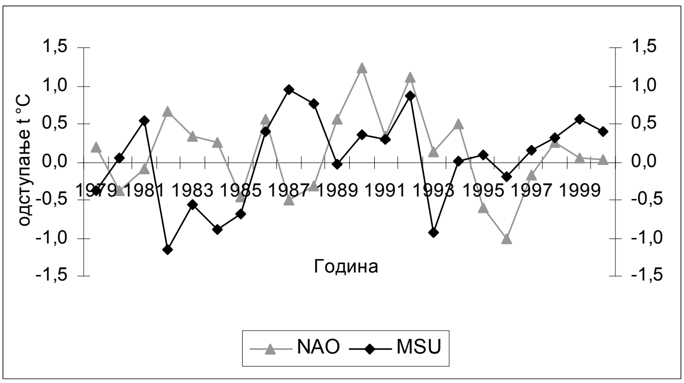
Табела 3– Вредности Пирсоновог коефицијента корелације између темепратуре ваздуха за Европу (35-70°N и -10-45°E) и NAO индекса у периоду од 1979. до 2006. године

	10-7.5W	**7.5-5W**	**5-2.5W**	**2.5-0W**	**0-2.5E**	**2.5-5E**	**5-7.5E**	**7.5-10E**	**10-12.5E**	**12.5-15E**	**15-17.5E**	**17.5-20E**	**20-22.5E**	**22.5-25E**	**25-27.5E**	**27.5-30E**	**30-32.5E**	**32.5-35E**	**35-37.5E**	**37.5-40E**	**40-42.5E**	**42.5-45E**
67.5-70N	**-0.40**	**-0.40**	**-0.39**	**-0.38**	-0.37	-0.36	-0.34	-0.33	-0.34	-0.35	-0.36	-0.37	**-0.38**	**-0.39**	**-0.40**	**-0.40**	**-0.40**	**-0.38**	-0.37	-0.36	-0.36	-0.36
65-67.5N	-0.34	-0.34	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.36	-0.35	-0.34	-0.35	-0.35	-0.36	-0.37	**-0.38**	**-0.39**	**-0.39**	**-0.39**	**-0.40**	**-0.40**
62.5-65N	-0.19	-0.27	-0.28	-0.29	-0.29	-0.29	-0.30	-0.31	-0.30	-0.29	-0.27	-0.27	-0.27	-0.28	-0.29	-0.32	-0.34	-0.36	-0.37	**-0.38**	**-0.39**	**-0.41**
60-62.5N	-0.19	-0.20	-0.19	-0.19	-0.18	-0.18	-0.18	-0.16	-0.14	-0.13	-0.15	-0.16	-0.18	-0.22	-0.24	-0.27	-0.31	-0.33	-0.35	-0.36	**-0.37**	**-0.38**
57.5-60N	-0.07	-0.07	-0.07	-0.08	-0.06	-0.06	-0.04	-0.02	0.00	0.01	0.00	-0.03	-0.06	-0.11	-0.15	-0.20	-0.24	-0.26	-0.29	-0.31	-0.31	-0.32
55-57.5N	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07	0.09	0.11	0.12	0.13	0.13	0.10	0.07	0.02	-0.03	-0.07	-0.11	-0.15	-0.18	-0.20	-0.22	-0.23	-0.25
52.5-55N	0.15	0.14	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.17	0.15	0.13	0.10	0.06	0.01	-0.03	-0.07	-0.10	-0.12	-0.14	-0.15	-0.17	-0.19
50-52.5N	0.16	0.15	0.15	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.16	0.14	0.13	0.10	0.06	0.03	0.00	-0.03	-0.05	-0.06	-0.08	-0.09	-0.10	-0.12
47.5-50N	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15	0.13	0.10	0.06	0.03	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01
45-47.5N	0.18	0.16	0.13	0.11	0.08	0.05	0.02	-0.01	-0.03	-0.04	-0.05	-0.06	-0.07	-0.07	-0.07	-0.06	-0.04	-0.03	-0.02	0.00	0.01	0.03
42.5-45N	0.08	0.04	-0.01	-0.04	-0.07	-0.10	-0.12	-0.13	-0.21	-0.12	-0.12	-0.11	-0.10	-0.09	-0.06	-0.04	-0.01	0.01	0.03	0.05	0.08	0.10
40-42.5N	-0.01	-0.07	-0.12	-0.16	-0.20	-0.22	-0.23	-0.23	-0.21	-0.19	-0.16	-0.12	-0.08	-0.04	-0.01	0.01	0.03	0.04	0.07	0.09	0.12	0.15
37.5-40N	-0.15	-0.19	-0.24	-0.28	-0.30	-0.31	-0.30	-0.28	-0.24	-0.21	-0.18	-0.14	-0.11	-0.07	-0.04	0.00	0.04	0.08	0.13	0.17	0.23	0.28
35-37.5N	-0.22	-0.25	-0.29	-0.33	-0.36	**-0.38**	**-0.39**	-0.37	-0.36	-0.33	-0.28	-0.22	-0.13	-0.05	0.01	0.08	0.12	0.17	0.20	0.23	0.26	0.29



Графикон 2– Вредности коефицијената корелације између температуре ваздуха и NAO у Европи по географској ширини за појас 20-22.5°E

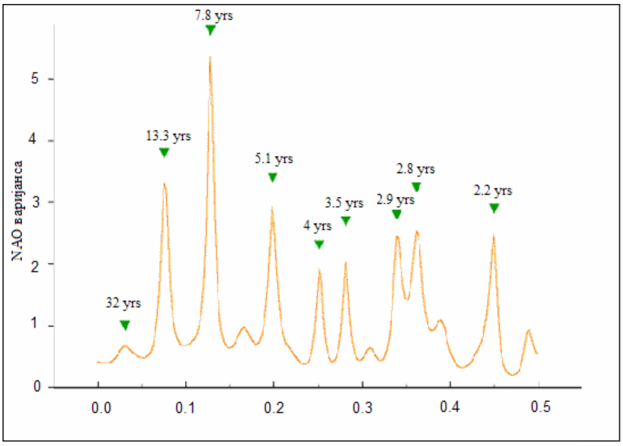
Територија Србије налази се у сегменту (42.5-47.5°N), који је дао релативно ниске, негативне корелације, температуре са NAO. Северно од наше земље, на територији северне Мађарске (47.5-50°N), долази до промене знака везе. То се може уочити и на графикону 2, на којем су представљене вредности корелација по географским ширинама за појас од 20°E до 22.5°E.



Графикон 3– Утицај NAO индекса на промене температуре ваздуха у Србији

Прорачун коефицијента корелације између промена температуре ваздуха за грид у којем се налази Србија и NAO индекса дао је ниску вредност од -0.00421.

Међутим, анализа елементарне периодичности (графикон 3) је показала да у посматраном периоду просечна дужина основне периоде за MSU од приближно 2.8±0.5 година, одговара периодичности варијансе NAO, коју је дао Landschieidt (2001). За NAO, као и за ENSO, такође је утврђена веза са падавинама у Србији на декадном нивоу, у периоду од 1951. до 2000. године (Ducić et al., 2007).



Графикон 4– Периодограм NAO (Landschieidt, 2001)

На основу резултата, које су дали Harrison и Larkin (1998), ENSO сигнал се уочава у појединим деловима Европе, иако је у питању велика удаљеност између Европе и Пацифика. Они су мишљења да ENSO индиректно утиче на NAO, кроз температуру океана и општу циркулацију атмосфере.

Закључак

Циљ истраживања био је испитивање везе између промене температуре ваздуха у Србији у склопу глобалних промена климе на основу UAHMSU сателитских осматрања и Северно атлантске осцилације (NAO). За анализу промена температуре ваздуха коришћени су подаци сателитских осматрања UAHMSU за период од 1979. до 2006. како за свет и Европу тако и за простор Србије.

Прорачун коефицијента корелације између промена температуре ваздуха за Србију и NAO индекса дао је ниску вредност од -0.00421.

Међутим, анализа елементарне периодичности је показала да у посматраном периоду просечна дужина основне периоде за MSU од приближно 2.8±0.5 година, одговара периодичности варијансе NAO, коју је дао Landschieidt (2001).

Током истраживања уочене су статистички значајне вредности коефицијената корелације између NAO индекса и вулканског аеросола (-0.48), као и NAO индекса и AA индекса (0.47). На сличне резултате наишли смо и у литератури. Већ констатоване слабе везе између параметара сунчеве активности и температуре ваздуха у ранијим истраживањима би могле бити последица индиректног утицаја сунчеве активности на температуру ваздуха преко опште циркулације атмосфере.

Ипак, релативно кратак низ сателитских података био је ограничавајући фактор у истицању коначних узрока савремених климатских колебања.

Литература

Baldwin M.P., and T.J. Dunkerton (2001): Stratospheric Harbingers of Anomalous Weather Regimes. Science, 294, pp. 581-584.

Christy J. R., R. W. Spencer, and W. D. Braswell (2000): MSU tropospheric temperatures: Dataset construction and radiosonde comparisons, Journal of Climatology, no. 17, pp. 1153–1170.

Ducic V., Milovanovic B., Lukovic J. (2007): Temperature changes on the Balkan Peninsula in the period of satellite observation and possible volcanic influence. Fourth International Conference- Global changes and regional challenges, Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Geology and Geography, 20-22 April 2007, Sofia, Bulgaria, Proceedings.

Harrison D. E., Larkin, N. K. (1998): El Nino-Southern Oscillation sea surface temperature and wind anomalies. Rev. Geophys., no. 36, pp. 353-399.

Hurrell J. (1995): Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. Science, no. 269, pp. 676-679.

Hurrell J. W., Harry Van Loon (1997): Decadal Variations in climate associated with the North Atlantic oscillation, Climatic Change 36, pp. 301–326.

Landscheidt T. (2001): Solar eruptions linked to North Atlantic Oscillation

http://www.john-daly.com/theodor/solarnao.htm

Pohlmann H., Latif M. (2005): Atlantic versus Indo-Pacific influence on Atlantic-European climate. Geophysical Research Letters, vol. 32. L23710, doi:10.1029/2005GL024368.

Portis D.H., J.E. Walsh, M. E. Hamly, P.J. Lamb (2000): Seasonality of the North Atlantic Oscillation. Journal of Climate, 13, pp. 2069-2078.

Rogers J.C. (1984): The association between the North Atlantic oscillation and the Southern oscillation in the Northern Hemisphere. Mon. Wea. Rev., 112, pp. 1999-2015.

Walker G.T. (1924): Correlation in seasonal variation of weather, IX. Mem. Indian Meteor. Dep., 24, pp. 275-332.

UDC 911.2:551.524(497.11)(1)

THEMPERATURE CHANGES ON THE EARTH AND IN SERBIA AND NORTH ATLANTIC OSCILLATION (NAO)

JELENA LUKOVIĆ[1]*, PREDRAG MANOJLOVIĆ[1], SANJA MUSTAFIĆ[1]

[1] *University of Belgrade - Faculty of Geography, Studentski trg 3/3, Belgrade, Serbia*

Abstract: In this paper connection between temperature changes and North Atlantic oscillation (NAO) has been investigated in the period from 1979 until 2006. Satellite temperature data from UAHMSU were investigated in relation to North Atlantic Oscillation index on the Earth, in Europe and in Serbia. Statistically insignificant correlation coefficient has been obtained for the area of Serbia. The analysis of periodicity of 2.8±0.5 year is in accordance with that one obtained by Landschieidt (2001). However, in order to give final conclusion regarding to climate change more parameters should be analyzed.

Key words: temperature, NAO, Serbia

Introduction

The North Atlantic oscillation is one of the dominant parameter of global climate. The term itself has been introduced by Sir Gilbert Walker in 1920. Traditionally has been defined as sea level pressure difference between subtropical anticyclone over the Azores and Sub polar depression over the Iceland. It has considerable impact on winter weather conditions in Europe and some parts of North American continent. This pressure difference is normal condition which becomes more intensive during winter. There are positive and negative phase of NAO. During the positive phase winters in North Europe are warmer and wetter with less precipitation then usually. At the other hand, negative phase is followed by colder winters in North Europe and higher precipitation amount in Southern Europe[2]. There are two types of NAO indices: one given by Rogers (1984) that presents pressure difference between Iceland (Akureyri) and Azores (Ponta Delgada) and second one introduced by Hurrell (1995), describing pressure difference between Iceland (Stykkisholmur) and Portugal (Lisbon). Recently Portis et al. (2001) have introduced "mobile" NAO index that change in space depending on season. It shows higher correlations with the intensity of western winds over the mid-latitudes in North Atlantic, then traditional NAO indices.

Still, there is no unique scientific agreement about the mechanism of the NAO origin. What is proved is that it is atmospheric phenomenon which is the result of the ocean-atmosphere interaction. Possible explanations are very wide from natural causes to atnthropogenic.

The impact of NAO can be seen at different levels weekly, monthly and decadal. Sometimes weekly and monthly oscillations could be caused by polar stratospheric circulation (Baldwin, Dunkerton 2001). Decadal and annual NAO changes could also be determined by anomalies of ocean surface temperature and could have significant impact on temperature and precipitation in Europe (Hurrell, 1995). It has been also found out that NAO during its negative phase has impact on the intensity of snow in north eastern parts of USA (Hartley, Keables 1998).

Hurrell и Van Loon (1997) have got that NAO in its extreme phase, after 1980 had impact on surface warming over Europe during winter as well as temperature decrease over the North West Atlantic. The impact on precipitation can be seen in dry weather conditions

*e-mail: jelenalu@jahoo.com

[2] http://www.oceansatlas.org/servlet/CDSServlet?status=ND0xMjczNSY2PWVuJjMzPSomMzc9a29z

in Southern Europe and in Mediterranean region and wet in North Europe and Scandinavia. The authors also noticed that NAO can influence the storm tracks, moving it towards the north. They highlighted that NAO should be investigated in the upper parts of the troposphere in order to find out regional pattern of the changes caused by NAO.

Ducic et al. (2007) have investigated connection between ENSO and NAO indices and precipitation in Serbia in the period from 1951 until 2000. Precipitation data are collected from 20 meteorological stations, relatively homogenously distributed. Trend analysis for decadal values has shown statistically significant result for two stations. With the application of cluster analysis all stations are grouped into three clusters. For each cluster has been calculated correlation coefficient with ENSO and NAO indices. Some stations have shown statistical significance. Such high R value could be possible explained by indirect mechanism of ENSO impact on NAO index (Harrison and Larkin, 1998).

On the base of the results given by Pohlmann и Latif (2005) it has been presumed that the impact of the Atlantic on precipitation in Serbia is more intensive during summer while precipitation in winter is influenced by Atlantic and Indo-Pacific. NAO impact can be determined in stations with continental regime, while ENSO impact could be detrmined in those with Mediterranean one (Ducic et al. 2007).

According to this, we have tried to investigate relationship between NAO and satellite temperature on the Earth and in Serbia.

Data base and Methodology

For the analysis of temperature UAHMSU data set has been used for the period from 1979 until 2006. Data were collected for the planet Earth in layers of 10° of latitude, Europe -10-45°E и 35-70°N and Serbia 17.5-22.5°E и 42.5-47.5°N. Satellite data are product of NASA processed at Alabama University, available on the internet. In contrast to data set on GHCN they comprise values for the first 8 km of troposphere.

Spatially their coverage is nearly global, available in grid boxes of 2.5° latitude and longitude. Temporal coverage is however limited due to beginning of the observation period in 1979 (Christy et al., 2000).

In this paper temperature anomalies have been calculated using base line period 1979-1995, also on the base of satellite observation.

For the analysis of North Atlantic Oscillation, NAO index has been used defined as normal air pressure difference between Iceland and Azores (table 1).

Methodologically, standard statistical tools have been applied (correlation coefficient, linear trend analysis, and periodicity).

Table 1. MSU for Serbia (17.5-22.5°E и 42.5-47.5°N) and NAO index

Results and discussion

First, correlation coefficient has been calculated for the planet Earth (table 2). Results have shown statistically significant values for the North hemisphere, which was expected considering the nature of the NAO index. The highest values are for sub polar (99%) and polar (95%) as well as for sub tropical latitudes (95%) in the North hemisphere.

If we take a look on the graph we can see that correlation data are decreasing over the subtropical region and then rapidly increasing over mid latitudes (40-50°N) giving positive values. Afterwards, correlations are fluctuating towards the polar regions on the Southern hemisphere. Serbia is located in grid which has shown insignificant correlation between satellite temperature changes and NAO index.

Figure 1. Correlation coefficient between temperature and NAO index in layers of 10° latitudes

In order to investigate possible connection in detail, grids of 2.5°latitude and longitude have been taken into account for the area of Europe. For each grid correlation coefficient has been calculated between the investigated parameters (table 3).

Looking at the table it can be noticed that data from the North to South are increasing.

Figure 2. Correlation coefficient between temperature and NAO index in for 20-22.5°E

The area of Serbia is in grid that gave insignificant correlation of -0.00421. However the analysis of periodicity (figure 3) has shown the average length of the MSU period of 2.8±0.5 година, which is in accordance with variance obtained by Landschieidt (2001). For NAO as well as for ENSO also has been shown connection in Serbia at decadal level in the period from 1951 until 2000 (Ducić et al., 2007).

Figure 4. Periodicity NAO (Landschieidt, 2001)

On the base of the results given by Harrison и Larkin (1998), ENSO signal has been noticed in some parts of Europe, although it is Pacific phenomenon far from Europe. They point out that ENSO indirectly influences NAO, through ocean temperature and general atmospheric circulation.

Conclusion

In this paper, we have tried to investigate relationship between NAO and satellite temperature on the Earth and in Serbia For the analysis of temperature UAHMSU data set has been used for the period from 1979 until 2006. Data were collected for the planet Earth in layers of 10° of latitude, Europe -10-45°E и 35-70°N and Serbia 17.5-22.5°E и 42.5-47.5°N. The area of Serbia is in grid that gave insignificant correlation of -0.00421.

However the analysis of periodicity has shown the average length of the MSU period of 2.8±0.5 година, which is in accordance with variance obtained by Landschieidt (2001).

There has also been calculated statistically significant values between NAO index and volcanic aerosol radiative forcing (-0.48), as well as NAO index and AA index (0.47). Speaking of which, relatively weak connection between parameters of solar activity and temperature in previous investigation could be a consequence of the indirect influence of solar activity on temperature through general atmospheric circulation. However, relatively short period of satellite observation was a limiting factor in giving final explanation of contemporary climate change causes.

References

See References on page 130